

日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 5月22日

出願番号

Application Number:

特願2003-144867

[ST.10/C]:

[JP2003-144867]

出願人

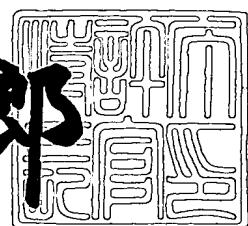
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 6月20日

特許長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3048763

【書類名】 特許願

【整理番号】 0295635

【提出日】 平成15年 5月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/141

【発明の名称】 液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 吉原 敏明

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 白戸 博紀

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 只木 進二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 牧野 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 清田 芳則

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通

株式会社内

【氏名】 笠原 濵雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 別井 圭一

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078868

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 登夫

【電話番号】 06-6944-4141

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-255796

【出願日】 平成14年 8月30日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001889

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705356

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 自発分極を有する液晶を挟持する2枚の基板と、該基板に形成され前記液晶に電圧を印加する電極とを備えており、前記液晶の液晶分子ダイレクタの平均分子軸は電圧無印加のときには同方向に揃って存在する単安定化状態を示す液晶表示装置の製造方法において、前記単安定化状態を得るための液晶昇温後の配向処理時に、カイラルスマクチックC相より高い温度の相からカイラルスマクチックC相への転移温度近傍で電界強度が2V/μm以上の電界を印加することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項2】 前記電界は電界強度が3V/μm以上であることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項3】 前記転移温度近傍の温度範囲は、転位温度±2℃の温度範囲を含むことを特徴とする請求項1又は2記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項4】 前記液晶の相転移系列は、高温側から低温側へ、等方液体相—コレステリック相—カイラルスマクチックC相、等方液体相—カイラルネマチック相—カイラルスマクチックC相、及び等方液体相—コレステリック相—スマクチックA相—カイラルスマクチックC相のいずれかであること特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれかに記載の液晶表示装置の製造方法により製造された液晶表示装置であって、前記2枚の基板上にそれぞれ形成された配向膜のラビング方向は相互に同方向としてあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】 前記配向膜のプレチルト角が2度以下であることを特徴とする請求項5記載の液晶表示装置。

【請求項7】 請求項1ないし4のいずれかに記載の液晶表示装置の製造方法により製造された液晶表示装置において、フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動されるバックライトをさらに備え、前記電極間にはデータ書き込み走査電圧及びデータ消去走査電圧が印加される構成としてあることを特徴とする

液晶表示装置。

【請求項8】 画素電極を有する画素基板と、該画素基板に対向して配置され共通電極を有する共通基板と、前記画素電極へ印加すべき画素電圧を供給するデータ線と、開閉により前記画素電極及びデータ線の間の導通、非導通を制御するスイッチング素子と、該スイッチング素子の開閉を制御する制御電圧を供給する走査線と、前記画素基板及び共通基板に挟持され自発分極を有する液晶とを備え、前記液晶の液晶分子ダイレクタの平均分子軸は、電圧無印加のときには同方向に揃って存在する単安定化状態を示す液晶表示装置の製造方法であって、前記単安定化状態を得るための液晶昇温後の配向処理時に、カイラスメクチックC相より高い温度の相からカイラスメクチックC相への転位温度近傍で、前記走査線にスイッチング素子をオンにするための制御電圧を印加し、前記データ線に直流電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項9】 前記直流電圧により前記液晶に印加される電界強度は2V/ μ m以上であることを特徴とする請求項8記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項10】 前記スイッチング素子をオンにするための前記制御電圧と前記直流電圧とは同電位であることを特徴とする請求項8又は9記載の液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置、特に自発分極を有する液晶を用いた液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

情報化社会の進展に伴い小型の電子機器及び携帯型の電子機器が用いられるようになってきた。このような電子機器における表示部についても当然小型軽量化、低消費電力化が要求され、他のディスプレイ装置に比較して特性的に優れている液晶表示装置が広く採用されるようになってきた。

【0003】

液晶表示装置は、大きく透過型と反射型とに分類できるが、視認性の点からバックライトを使用した透過型の液晶表示装置がより広く採用されており、カラー フィルタを用いたカラー液晶表示装置が主流となっている。

【0004】

カラー液晶表示装置としては、主にTFT（薄膜トランジスタ）等のスイッチング素子を用いたTN（ツイストネマチック）型が広く使用されている。TFT駆動のTN型カラー液晶表示装置は、表示品質は高いが、液晶パネルの透過率が4%程度と低く、高い表示画面輝度を得るために、高輝度のバックライトが必要になり、消費電力が大きくなる。また、カラーフィルタによるカラー表示であることから、1画素を3個の副画素で構成する必要があり、高精細化が困難となり、表示色純度も十分ではない。このような問題への対策としてフィールドシーケンシャルカラー方式のカラー液晶表示装置が提案されている。

【0005】

フィールドシーケンシャルカラー方式のカラー液晶表示装置は、カラーフィルタ方式のカラー液晶表示装置に比較して、副画素を必要としないことから、より精細度の高い表示を容易に実現できる。また、カラーフィルタを用いないので、光源の発光色をそのまま表示に利用でき、表示色純度も優れたものとなる。さらに光利用効率が高いことから、低消費電力であるという特徴も有している。しかし、フィールドシーケンシャルカラー方式のカラー液晶表示装置を実現するためには、液晶の高速応答性が必要不可欠である。

【0006】

本願発明者らは、カラー液晶表示装置の高速応答化を目指し、従来に比較して100ないし1000倍の高速応答を期待できる自発分極を有する液晶のTFT等による駆動法等について研究している。自発分極を有する液晶、特に強誘電性液晶は、液晶分子長軸方向が電界の印加により変化する性質を有する。したがって、強誘電性液晶を用いた液晶パネルを偏光軸が直交した偏光板で挟み、液晶分子長軸方向の変化による複屈折を利用して、透過光強度を変化させて表示を行うことができる。

【0007】

TFT等による液晶の駆動は、双安定型、又は单安定型のいずれの強誘電性液晶を用いても可能であるが、電圧無印加時に液晶の液晶分子ダイレクタ（液晶分子の傾斜方位）の平均分子軸が同方向に揃って存在する单安定型の場合には、液晶が一様に配向した状態を示す单安定化状態を得ることが特に重要である。

【0008】

図8は单安定型の強誘電性液晶のチルト状態を示す概念図である。同図において、(a)は液晶に印加する電界 $E = 0$ 、つまり電圧無印加の場合を、(b)は液晶に印加する電界 $E > 0$ 、つまり第1極性電圧を印加した場合を、(c)は液晶に印加する電界 $E < 0$ 、つまり第1極性電圧とは逆の第2極性電圧を印加した場合をそれぞれ示す。矢符 $R_u b$ は配向膜（不図示）のラビング方向を示し、矢符 $R_u b$ の方向に底面を有する円錐Cの稜線に沿う形態で液晶分子ダイレクタの平均分子軸LCMAは配向される。(b) (c)に電界Eの方向を矢符で例示する。

【0009】

平均分子軸LCMAの一端は円錐Cの頂点Cpに位置し、平均分子軸LCMA（の他端）は円錐Cの稜線に沿って回転する。つまり、平均分子軸LCMAは電圧無印加のときには同方向（例えば図上、円錐Cの底面外周の一点Caと頂点Cpで定まる方向）に揃って存在する单安定化状態（第1の位置）を示し、第1極性電圧を印加したときには該第1極性電圧の大きさに応じた角度で前記单安定化状態の位置から一方の側（例えば図上、円錐Cの底面外周の一点Cbと頂点Cpで定まる方向。第2の位置）にチルトし、第1極性電圧とは逆の第2極性電圧を印加したときには前記第1の位置を維持する状態又は单安定化状態の位置から前記一方の側と逆の他方の側（例えば図上、円錐Cの底面外周の一点Ccと頂点Cpで定まる方向。第3の位置）にチルトする。

【0010】

单安定型の強誘電性液晶は、空の液晶パネルに液晶を注入するだけでは、一般に、表示に利用するカイラルスマクチックC相において、液晶の一様な配向状態を得ることはできない。この理由は、カイラルスマクチックC相において、平均分子軸LCMAは方向が異なる二つの状態を取り得るからである。したがって、

通常は、コレステリック相（又はカイラルネマチック相）からカイラスメクチックC相への転移点を挟んで電界強度が約1.5V/ μ m程度の直流電圧を印加し、自発分極の向きを電界で揃え、平均分子軸LCMAの方向を揃えることにより、一様な配向状態を実現している。なお、単安定化状態を得るために、カイラスメクチックC相より高い温度の相からカイラスメクチックC相への冷却工程（転位温度近傍）において液晶に電界を印加することを配向処理という。

【0011】

【非特許文献1】

吉原他、エーエム・エルシーデー・ダイジェスト・99・オブ・テクニカル・ペーパーズ（AM-LCD '99 Digest of Technical Papers）p185 (1999)

【非特許文献2】

吉原他、エスアイデー・00・ダイジェスト・オブ・テクニカル・ペーパーズ（SID '00 Digest of Technical Papers）p1176 (2000)

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

従来の配向処理においては直流電圧を印加しているにも拘わらず、液晶の一様な配向状態を得られず、高いコントラスト比が得られないという問題があった。これは、他にも液晶の配向状態を支配する要因があるためと考えられる。

【0013】

本発明は斯かる事情に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、自発分極を有する単安定型の液晶、特に強誘電性液晶を用いた液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置において、配向処理時に印加する電圧（電界）の大きさ、電圧印加時の処理温度、配向膜の構成、液晶の相転移系列の相互関係を規定することにより、液晶の一様な配向状態を実現し、高いコントラスト比を有する液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置を提供することである。

【0014】

本発明の他の目的は、画素毎にスイッチング素子を備えるアクティブマトリッ

クス駆動方式の液晶表示装置に自発分極を有する単安定型の液晶、特に強誘電性液晶を用いた液晶表示装置の製造方法において、画素（好ましくは全画素）に同一の電圧を印加することにより液晶の一様な配向状態を実現し、高いコントラスト比を有する液晶表示装置の製造方法を提供することである。

【0015】

また、本発明の他の目的は、液晶の一様な配向状態を実現し、高いコントラスト比を有する液晶表示装置をフィールドシーケンシャルカラー方式により駆動することにより、より高品質の表示が可能な液晶表示装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る液晶表示装置の製造方法は、自発分極を有する液晶を挟持する2枚の基板と、該基板に形成され前記液晶に電圧を印加する電極とを備えており、前記液晶の液晶分子ダイレクタの平均分子軸は電圧無印加のときには同方向に揃って存在する単安定化状態を示す液晶表示装置の製造方法において、前記単安定化状態を得るための液晶昇温後の配向処理時に、カイラルスマクチックC相より高い温度の相からカイラルスマクチックC相への転移温度近傍で電界強度が $2\text{ V}/\mu\text{m}$ 以上（好ましくは $3\text{ V}/\mu\text{m}$ 以上）の電界を印加することを特徴とする。

【0017】

本発明にあっては、液晶分子ダイレクタの平均分子軸が、電圧を印加しないときには単安定化状態を示す液晶を用いた液晶表示装置の製造方法において、液晶昇温後の配向処理時に、カイラルスマクチックC相への転移温度近傍で電界強度が $2\text{ V}/\mu\text{m}$ 以上の電界を印加することとしたので、配向処理時の配向欠陥を抑制して一様な配向状態を実現し、高いコントラスト比を有する液晶表示装置の製造方法を提供できる。

【0018】

本発明に係る液晶表示装置の製造方法は、前記転移温度近傍の温度範囲は、転位温度±2°Cの温度範囲を含むことを特徴とする。本発明にあっては、配向処理時にカイラルスマクチックC相への転移温度近傍の温度範囲は転移温度±2°Cの温度範囲を含むこととしたので、配向処理時の液晶の温度ムラ等に対し、マージ

ンを持たせることができ、より安定した配向処理が可能となる。

【0019】

本発明に係る液晶表示装置の製造方法は、前記液晶の相転移系列は、高温側から低温側へ、等方液体相—コレステリック相（カイラルネマチック相）—カイラルスメクチックC相、又は等方液体相—コレステリック相—スメクチックA相—カイラルスメクチックC相であることを特徴とする。本発明にあっては、相転移系列が等方液体相—コレステリック相（カイラルネマチック相）—カイラルスメクチックC相、又は等方液体相—コレステリック相—スメクチックA相—カイラルスメクチックC相である液晶を用いることとしたので、単安定型の強誘電性液晶による液晶表示装置を容易に実現できる。

【0020】

本発明に係る液晶表示装置は、本発明の製造方法により製造された液晶表示装置であって、前記2枚の基板上にそれぞれ形成された配向膜のラビング方向は相互に同方向としてあることを特徴とする。本発明に係る液晶表示装置は、前記配向膜のプレチルト角が2度以下であることを特徴とする。本発明にあっては、配向膜の構成としてラビング方向をいわゆるパラレルラビングとし、また、プレチルト角を2度以下としたので、アンチパラレルラビングに比較して配向欠陥の少ない一様な配向処理を実現し、高いコントラスト比を有する液晶表示装置を提供できる。

【0021】

本発明に係る液晶表示装置は、本発明の製造方法により製造された液晶表示装置において、フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動されるバックライトをさらに備え、前記電極間にはデータ書き込み走査電圧及びデータ消去走査電圧が印加される構成としてあることを特徴とする。液晶表示装置をフィールドシーケンシャルカラー方式により駆動することとしたので、高精細、高速応答、高色純度のカラー表示が可能な液晶表示装置を実現できる。

【0022】

本発明に係る液晶表示装置の製造方法は、画素電極を有する画素基板と、該画素基板に対向して配置され共通電極を有する共通基板と、前記画素電極へ印加す

べき画素電圧を供給するデータ線と、開閉により前記画素電極及びデータ線の間の導通、非導通を制御するスイッチング素子と、該スイッチング素子の開閉を制御する制御電圧を供給する走査線と、前記画素基板及び共通基板に挟持され自発分極を有する液晶とを備え、前記液晶の液晶分子ダイレクタの平均分子軸は、電圧無印加のときには同方向に揃って存在する単安定化状態を示す液晶表示装置の製造方法であって、前記単安定化状態を得るための液晶昇温後の配向処理時に、カイラスメクチックC相より高い温度の相からカイラスメクチックC相への転位温度近傍で、前記走査線にスイッチング素子をオンにするための制御電圧を印加し、前記データ線に直流電圧を印加することを特徴とする。

【0023】

本発明にあっては、スイッチング素子をオンにする制御電圧を走査線に印加して、データ線に直流電圧を印加するので、画素電圧として直流電圧を液晶に共通に印加でき、アクティブマトリックス駆動方式の液晶表示装置での液晶の配向処理を簡易かつ均一に行うことができる。なお、この際全画素共通に直流電圧を印加すれば、更に効率の良い均一な配向処理をすることができる。

【0024】

本発明に係る液晶表示装置の製造方法は、前記画素電圧により前記液晶に印加される電界強度は $2\text{ V}/\mu\text{ m}$ 以上であることを特徴とする。本発明にあっては、電界強度が $2\text{ V}/\mu\text{ m}$ 以上の電界を印加することとしたので、配向処理時の配向欠陥が抑制され、一様な配向状態を有する液晶表示装置の製造方法を提供できる。

【0025】

本発明に係る液晶表示装置の製造方法は、スイッチング素子をオンにするための制御電圧と画素に印加される直流電圧とは同電位とするので、配向処理時のスイッチング素子の特性劣化を防止でき、安定した配向処理ができ、一様な配向状態を有する液晶表示装置の製造方法を提供できる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて具体的に説明する。

(第1実施の形態)

電極面積 1 cm^2 の透明電極を ITO (インジウムスズ酸化物) により形成したガラス基板を洗浄した後、透明電極が形成された側のガラス基板の表面にポリイミドを塗布し、200°C、1時間の条件で焼成することにより、約 20 nm のポリイミド膜を成膜して配向膜とした。配向膜の種類として、ネマチック液晶に対するプレチルト角が、1度、2度、6度と異なるポリイミド膜を用いた。次に、配向膜の表面をレーヨン製の布でラビングし、ラビング方向が平行 (ラビング方向が相互に同方向。いわゆるパラレルラビング) になるように2枚の透明電極付ガラス基板を対向させた。対向時のガラス基板相互間の間隔 (ギャップ) を平均粒径 $1.8 \mu\text{m}$ のシリカ製のスペーサにより保持し、評価用の空セル (評価用空セル) を製作した。なお、ギャップは、実測で約 $2.0 \mu\text{m}$ 程度であった。

【0027】

評価用空セルに、高温側から低温側へ、等方液体 (Isotropic) 相-コレステリック (Ch) 相 (カイラルネマチック (N*) 相) - カイラルスマクチック C (Sc*) 相の相転移系列を示す液晶 (自発分極を有する单安定型の強誘電性液晶) を注入して評価用セルを製作した。Isotropic 相 - N* 相間の転移温度は 108°C、N* 相 - Sc* 相間の転移温度は 68°C であり、自発分極の大きさは $3.7 \text{ nC}/\text{cm}^2$ である。なお、液晶の相転移系列は等方液体 (Isotropic) 相-コレステリック (Ch) 相 - スマクチック A (SA) 相 - カイラルスマクチック C (Sc*) 相であっても良い。

【0028】

Sc* 相において、一様な配向状態 (单安定化状態) を得るために、評価用セルを N* 相 - Sc* 相間の転移温度である 68°C 以上に昇温し、N* 相 (カイラルスマクチック C 相より高い温度の相) - Sc* 相間の転移温度の 68°C を挟んだ $70 \sim 66^\circ\text{C}$ ($68 \pm 2^\circ\text{C}$) の温度範囲 (カイラルスマクチック C 相より高い温度の相からカイラルスマクチック C 相への転位温度近傍) において直流電圧を印加して配向処理を施した後、室温 (25°C) まで冷却した。配向処理時に印加した直流電圧の範囲は $3 \sim 12 \text{ V}$ であり、この場合の電界 (の電界強度) は約 $1.5 \sim 6 \text{ V}/\mu\text{m}$ である。なお、印加電圧の上限は液晶の絶縁耐圧で決まるので

、絶縁耐圧以上に大きくすることは不要であり、通常の液晶では4～6V/ μ m程度であれば十分に一様な配向状態を実現できる。

【0029】

図1は配向処理時の電界と黒透過率/コントラスト比との相関を示すグラフである。横軸は配向処理時の電界(V/ μ m)とし、縦軸は(a)が黒透過率(%)、(b)がコントラスト比である。いずれも、パラメータとしてプレチルト角1、2、6度を用いた。先ず、配向処理を施した評価用セルをクロスニコル状態の2枚の偏光板で挟み、25℃における黒透過率(0V印加時の透過率)と白透過率(10V印加時の透過率)を測定した。この測定における黒透過率が(a)であり、白透過率を黒透過率で割ったもの(白透過率/黒透過率)が(b)のコントラスト比である。

【0030】

図1(a)において、黒透過率は配向処理時の電界が大きくなるに従って低くなっている。これは電界が大きくなるほど配向の一様性が高くなることを示している。また、プレチルト角が6度の場合に比べ、2度、1度の場合の方がより低い黒透過率を実現できることがわかる。黒輝度がより低くなることから、コントラスト比も次に示すように高くなる。

【0031】

図1(b)において、表示装置として最低限必要と考えられるコントラスト比である100:1以上を実現するには、配向処理時の電界として2V/ μ m(電圧4V)以上が必要であることがわかる。表示装置としてより好ましいコントラスト比である150:1以上を実現するには配向処理時の電界として3V/ μ m(電圧6V)以上が必要であることがわかる。また、表示装置としてより好ましいコントラスト比である200:1を実現するには配向処理時の電界として3.5V/ μ m以上でしかもプレチルト角を2度以下にする必要がある。さらに、プレチルト角を1度にすることにより、300:1以上の高いコントラスト比を実現することも可能であることがわかる。したがって、プレチルト角は2度以下、より好ましくは1度以下にすることが望ましい。なお、プレチルト角の下限は制御可能な範囲であれば良く、例えば、0.5度、又は0.3度程度であっても良

い。

【0032】

図2は配向処理時の電界が低い場合の配向状態の顕微鏡写真である。プレチルト角1度において、配向処理時の電界を $1.5\text{ V}/\mu\text{m}$ と低くした場合の配向状態を黒状態において示す。評価用セルをクロスニコル状態の2枚の偏光板で挟み、一方の偏光板の透過軸と液晶の液晶分子長軸方向とを一致させた状態として観察したものである。黒と白が斑に混在し、細かい欠陥が無数に見られ、均一な黒状態になっていない。つまり、配向処理時の印加電圧が低いことから、配向処理が十分になされず、一様な配向状態を得られていないことがわかる。

【0033】

図3は配向処理時の電界が高い場合の配向状態の顕微鏡写真である。(a)は一方の偏光板の透過軸と液晶分子長軸方向を一致させた場合を示し、(b)は一方の偏光板の透過軸と液晶分子長軸方向をずらした場合を参考に示す。プレチルト角1度において、配向処理時の電界を $5\text{ V}/\mu\text{m}$ と高くした場合の配向状態を黒状態において示す。評価用セルをクロスニコル状態の2枚の偏光板で挟み、一方の偏光板の透過軸と液晶の液晶分子長軸方向とを一致させた状態として観察したものである(a)。図2の場合と異なり、観察像の均一性が高く、略均一な黒地状態を示しているから、液晶が一様な配向状態となっていることは明らかであり、配向状態良の場合である。なお、散点上にわずかに見える白い微小な点はスペーサに起因する配向欠陥によるものである。また、(b)は配向状態を明るい状態において観察するため、一方の偏光板の透過軸と液晶分子長軸方向をずらして観察したものである。等星状の白い部分はスペーサによるものであり、軸方向をずらしたことから(a)の場合に比べ観察像として多少明確になっている。

【0034】

(第1実施の形態に対する比較例)

第1実施の形態における評価用空セルと同様にして比較用空セルを製作した。条件として異なるのは、プレチルト角を1度のみとし、ラビング方向が反平行(ラビング方向が相互に反対方向。いわゆるアンチパラレルラビング)になるように2枚の透明電極付ガラス基板を対向させたことである。比較用空セルに、高温

側から低温側へ、等方液体（I s o）相—カイラルネマチック（N*）相—カイラルスメクチックC（S c *）相の相転移系列を示す液晶を注入して第1実施の形態における評価用セルと同様にして比較用セルを製作した。

【0035】

図4は第1実施の形態に対する比較例における配向処理時の印加電圧と黒透過率／コントラスト比との相関を示すグラフである。横軸は配向処理時の電界（V／ μ m）とし、縦軸は（a）が黒透過率（%）、（b）がコントラスト比である。先ず、配向処理を施した評価用セルをクロスニコル状態の2枚の偏光板で挟み、25℃における黒透過率（0V印加時の透過率）と白透過率（10V印加時の透過率）を測定した。この測定における黒透過率が（a）であり、白透過率を黒透過率で割ったもの（白透過率／黒透過率）が（b）のコントラスト比である。

【0036】

図4（a）において、黒透過率は配向処理時の電界が大きくなるに従って多少低くなり、コントラスト比も多少向上する傾向にあるが、第1実施の形態（図1）の場合ほどの顕著な変化は見られない。具体的な数値も、黒透過率は第1実施の形態においては電界4V／ μ mにおいて0.04%であるのに対し、比較例においては0.2%弱程度と高い。コントラスト比は第1実施の形態においては電界4V／ μ mにおいて250であるのに対し、比較例においては50程度と低い。このような特性の悪化は、ラビング方向を反平行にしたことにより、配向状態の一様性が低下し、配向欠陥が生じ、欠陥から光が漏れることが原因である。つまり、2枚の基板に形成された配向膜のラビング方向は相互に同方向とすることが必要である。

【0037】

（第2実施の形態）

第1実施の形態の場合と電極パターン形状を異ならせた空パネルを第1実施の形態の場合と同一の方法により製作した。電極パターン形状の基本仕様は画素数640×480、電極面積 6×10^{-5} cm²、であり、パネルの大きさは対角3.2インチである。各画素に対応させてスイッチング素子としてのTFTを併せて形成し、プレチルト角は1度のみとした。

【0038】

空パネルに高温側から低温側へ、等方液体（I s o）相—コレステリック（C h）相—カイラスメクチックC（S c *）相の相転移系列を示す液晶を注入して評価用パネル（液晶表示装置）を製作した。I s o相—C h相間の転移温度は108°C、C h相—S c *相間の転移温度は68°Cであり、自発分極の大きさは3.7 nC/cm²である。

【0039】

液晶をC h相（80°C）まで昇温し、その後冷却速度を1°C/分に固定し、室温（25°C）まで冷却する冷却工程において、C h相—S c *相間の転移温度の68°Cを挟んだ73～63°C（68±5°C）の温度範囲において直流電圧10V（電界5V/μm）を印加して配向処理を施した。配向処理を施す際の温度を第1実施の形態より広い温度範囲としたのは、評価用セルに比較して評価用パネルは面積（パネルサイズ）が大きいことから温度ムラの影響を排除するためである。第2実施の形態の評価用パネルは、コントラスト比300：1を示す一様な配向状態を実現することができた。評価用パネルをクロスニコル状態の2枚の偏光フィルムで挟み、電圧無印加時の平均分子軸LCMAと一方の偏光フィルムの偏光軸とを略一致させて暗状態となるようにした。

【0040】

図5は第2実施の形態に係る液晶表示装置の電圧—透過率特性を示すグラフである。横軸にTFTを介して印加する電圧（V）を、縦軸に透過率に対応する透過光強度（任意単位）を示し、第1極性電圧（正の電圧）を印加したときに、大きな透過率（透過光強度）となるようにして測定した。第2極性電圧（負の電圧）では、透過光強度は略0を示し、第1極性電圧10Vでは透過光強度は100を示し、鮮明な表示が可能な液晶表示装置が得られた。

【0041】

（第3実施の形態）

アクティブマトリックス駆動方式の液晶表示装置（アクティブマトリックス液晶表示装置。以下、TFT-LCDという）に適用した場合について説明する。TFT-LCDは液晶表示装置としての基本的な構成は第1実施の形態、第2実

施の形態と同様であるので主要な事項を中心に説明する。なお、液晶（自発分極を有する単安定型の強誘電性液晶）としては、相転移系列が高温側から低温側へ、等方液体（I s o）相—コレステリック（C h）相（カイラルネマチック（N *）相）—カイラルスメクチックC（S c *）相を示す液晶、又は等方液体（I s o）相—コレステリック（C h）相—スメクチックA（S_A）相—カイラルスメクチックC（S c *）相を示す液晶が適用可能である。

【0042】

図6はマトリックス状に配置された画素を模式的に示したTFT-LCDの構成図である。第3実施の形態でのTFT-LCDは画素数640×480としたが、理解を容易にするために2×2のマトリックス状の画素を模式的に示す。各画素に対応する画素電極P11、P12、P21、P22が画素基板（不図示）に形成される。各画素電極P11、P12、P21、P22にはスイッチング素子としての薄膜トランジスタ（以下TFTという）11、12、21、22が接続されている。画素電極P11、P12、P21、P22及びTFT11、12、21、22は画素基板上に形成されることから画素基板はTFT基板ともいう。画素基板に対向して共通電極Pcが形成された共通基板（不図示）が配置される。画素電極P11、P12、P21、P22及び共通電極Pcは透明電極として形成され対向して液晶に電圧（電界）を印加する。共通基板と画素基板との間（共通電極Pcと画素電極P11、P12、P21、P22との間）に液晶が挟持される。

【0043】

画素基板の行方向には走査線（ゲート線）Ls1、Ls2が形成され、TFT11、12のゲート電極には走査線Ls1が接続され、TFT21、22のゲート電極には走査線Ls2が接続される。走査線Ls1はTFT11、12のゲート電極にTFT11、12のオンオフ（開閉）を制御する制御電圧を供給（印加）し、走査線Ls2はTFT21、22のゲート電極にTFT21、22のオンオフ（開閉）を制御する制御電圧を供給（印加）する。つまり、走査線Ls1によりTFT11、12のオンオフを制御し、走査線Ls2によりTFT21、22オンオフを制御する。

【0044】

画素基板の列方向にはデータ線（ソース線）Ld1、Ld2が形成され、データ線Ld1はTFT11、21のソース電極に接続され、データ線Ld2はTFT12、22のソース電極に接続される。したがって、データ線Ld1はTFT11、21を介して画素電極P11、P21へ画素電圧を供給（印加）でき、データ線Ld2はTFT12、22を介して画素電極P12、P22へ画素電圧を供給（印加）できる。つまり、TFT（11、12、21、22）のオンオフにより、データ線（Ld1、Ld2）及び画素電極（P11、P12、P21、P22）の間の導通、非導通が制御され、導通時には画素電圧がデータ線（Ld1、Ld2）から画素電極（P11、P12、P21、P22）へ印加される。

【0045】

TFT-LCDは画素ピッチ0.1mm×0.1mm、画素数640×480、表示領域64mm×48mm（対角3.2インチ）のものとした。共通電極（Pc）を形成した共通基板及び画素電極（P11、P12、P21、P22）を形成した画素基板の表面にポリイミドを塗布し、200°Cで1時間焼成することにより、約20nmのポリイミド膜を成膜した。配向膜としてネマチック液晶に対するプレチルト角が1度のポリイミド膜を用いた。配向膜の表面をレーヨン製の布でラビングし、共通基板及び画素基板の2枚の基板を対向させて重ね合わせ、平均粒径1.8μmのシリカ製のスペーサで2枚の基板のギャップを保持して空パネルを製作した。製作した空パネルのギャップは実測で約2.0μmであった。

【0046】

製作した空パネルに、温度の高いほうから等方液体（Isotropic）相-コレステリック（Ch）相-カイラルスマクチックC（Sc*）相の相転位系列を示す液晶（液晶材料）を注入して液晶パネルを製作した。Isotropic相-Ch相の相転位温度は108°C、Ch相-Sc*相の相転位温度は68°Cであり、自発分極の大きさは3.7nC/cm²である。Sc*相において、均一な配向状態（单安定化状態）を得るために、液晶を注入した液晶パネルをSc*相より高い温度の相であるCh相を示す温度まで昇温（例えば80°C）した後、降温速度1°C/分で降温

した。

【0047】

(第3実施の形態での実施例1)

第3実施の形態において、降温の過程で液晶の温度が73～63°Cを示す温度範囲（降温速度1°C／分で約10分間。カイラスメクチックC相より高い温度の相からカイラスメクチックC相への転位温度近傍）で、全走査線（制御電圧を供給）に印加する直流電圧を5V、全データ線（画素電圧を供給）に印加する直流電圧を4V、共通電極（共通電極線）は電圧0Vとした。なお、走査線とデータ線との間を接続する画素基板同電位線（L_{ds}）及び画素基板同電位線と共通電極線（L_c）とを接続する基板間同電位線（L_{dsc}）は予め切離しておく。ドライバ（液晶駆動回路）実装（接続）前に配向処理としての電圧印加を行うことから、ドライバへの影響、ドライバの特性を全く考慮する必要がない。

【0048】

この電圧印加状態では、全てのスイッチング素子（TFT）はオン状態となり、全ての画素電極には画素電圧（データ線がスイッチング素子を介して画素に供給する電圧）が印加される。また、共通基板及び画素基板の2枚の基板に挟持された液晶には画素電圧と基板間のギャップにより定まる大きさの電界が印加される。画素電圧が4V、共通電極の電圧が0Vであるから挟持された液晶には4Vが印加され、ギャップが2μmであるから、液晶に印加される電界強度は約2V/μmとなる。

【0049】

TFT-LCDをクロスニコル状態の2枚の偏光板で挟み、30°Cにおける黒透過率（0V印加時）と10V印加時の白透過率を測定した。その結果、表示領域全面で一様な配向状態を得ることができたが、黒表示の際に若干の配向ムラが観察された。しかし、黒透過率0.08%、白透過率8.80%、コントラスト比110を確保できた。このコントラスト比110という値は、液晶表示装置として実用上十分な値である。また、配向処理を終えたのち、光学特性を検査し、良品のみに偏光板を貼り付け、ドライバを実装できるから、生産コストを低減できる。

【0050】

実施例1での配向ムラの発生原因として、配向処理前に比較して配向処理後のTFTのVg-Id特性（横軸ゲート電圧Vg対縦軸ドレイン電流Id特性）が高電圧側にシフト（ゲート閾値電圧が増加）し、TFTでの電圧降下が発生することにより、液晶間（画素電極と共通電極の間）に印加される電圧が低下するため、配向処理のための十分な電圧が液晶に印加されないことが理由と考えられる。TFTのVg-Id特性が高電圧側にシフトする理由としては、配向処理時の温度とTFTへの直流電圧の印加によるTFTの特性劣化が考えられる。

【0051】

つまり、配向処理時の加熱温度がCh相からSc*相への転位温度近傍であり、室温以上の高い温度であること、またその高い温度で長時間ゲート電極（走査線）とソース電極（データ線）との間に電位差（走査線に印加する5Vとデータ線に印加する4Vとの差の1V）を与えることから、TFTのゲート絶縁膜への電子のトラップが生じ、ゲート閾値電圧のシフトが生じるためと考えられる。

【0052】

(第3実施の形態での実施例2)

第3実施の形態において、降温の過程で液晶の温度が73～63°Cを示す温度範囲（降温速度1°C／分で約10分間。カイラルスマクチックC相より高い温度の相からカイラルスマクチックC相への転位温度近傍）で、全走査線（制御電圧を供給）と全データ線（画素電圧を供給）に同時に直流電圧として4V印加し、共通電極（共通電極線）は電圧0Vとした。全走査線と全データ線は画素基板同電位線（Lds）により相互に接続されているから、制御電圧と同電位の画素電圧を前記データ線に印加することができる。また、基板間同電位線（Ldsc）は画素基板同電位線（Lds）と共通電極線（Lc）の間で切離しておくことにより、画素基板側には4V、共通基板側には0Vを印加できる。ドライバ（液晶駆動回路）実装（接続）前に配向処理としての電圧印加を行うことから、ドライバへの影響、ドライバの特性を全く考慮する必要がない。

【0053】

この電圧印加状態では、全てのスイッチング素子（TFT）はオン状態となり

、全ての画素電極には画素電圧（データ線がスイッチング素子を介して画素に供給する電圧）が印加される。また、共通基板及び画素基板の2枚の基板に挟持された液晶には画素電圧と基板間のギャップにより定まる大きさの電界が印加される。画素電圧が4V、共通電極の電圧が0Vであるから挟持された液晶には4Vが印加され、ギャップが2μmであるから、液晶に印加される電界強度は約2V/μmとなる。

【0054】

TFT-LCDをクロスニコル状態の2枚の偏光板で挟み、30°Cにおける黒透過率(0V印加時)と10V印加時の白透過率を測定した。その結果、表示領域全面で一様な配向状態を得ることができ、黒透過率0.06%、白透過率8.90%、コントラスト比148を得た。特にコントラスト比は実施例1のコントラスト比に比較して大幅に改善できた。また、配向処理を終えたのち、光学特性を検査し、良品のみに偏光板を貼り付け、ドライバを実装できるから、生産コストを低減できる。

【0055】

(第3実施の形態での実施例3)

実施例2に対して、転位温度近傍での、電圧印加条件を全走査線と全データ線は同時に0Vとし、共通電極(共通電極線)は直流電圧として電圧4V印加した。つまり、実施例3では、制御電圧及び画素電圧の電位は零とし、共通電極の電位より低い状態とした。なお、その他の条件は同一である。実施例2と同一の条件で特性を測定した。その結果、表示領域全面で一様な配向状態を得ることができ、黒透過率0.05%、白透過率8.80%、コントラスト比176を得た。実施例2に比較して更に高いコントラスト比が得られた。

【0056】

実施例3では、制御電圧及び画素電圧(直流電圧)による電位は共通電極の電位より低くすることにより、制御電圧及び画素電圧による電位を共通電極の電位より低くすることから安定した配向処理ができる。また、制御電圧及び画素電圧(直流電圧)による電位を零とすることにより、更に安定した配向処理ができる。

【0057】

(第4実施の形態)

図7はフィールドシーケンシャルカラー方式による液晶表示装置の駆動シーケンスを示す概念図である。液晶表示パネルLCPにR(赤)、G(緑)、B(青)の自分割発光が可能なバックライトBLと組み合わせてフィールドシーケンシャルカラー方式による駆動ができる液晶表示装置を製作した。液晶表示パネルLCPは、第2実施の形態における評価用パネルと同一である。

【0058】

フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動されるバックライトBLは、周期T1ではR(赤)を、周期T2ではG(緑)を、周期T3ではB(青)をそれぞれ時分割して点灯する。周期T1、T2、T3に対応してサブフィールドSFR、SFG、SFBが構成され、サブフィールドSFRでは赤色画面を、サブフィールドSFGでは緑色画面を、サブフィールドSFBでは青色画面をそれぞれ表示し、1フィールド1Fで各色の画面を合成した合成画面(人間の視覚の残像効果により合成した画面として認識される)を表示してカラー表示を可能とする。周期T4、T5、T6以降も同様に繰り返され、カラー表示を行うことができる。なお、周期T1、T2、T3はそれぞれ約180分の1秒以下であり、1フィールド1Fは約60分の1秒以下である。

【0059】

液晶表示パネルLCP(の電極間、つまり共通電極と画素電極との間)への印加電圧は0~±7Vとして、プラス極性の電圧でデータ書き込み走査を行い、マイナス極性でデータ書き込み走査時と実質的に同じ大きさの電圧でデータ消去走査(消去:黒書き込み)を行った。フィールドシーケンシャルカラー方式による駆動電圧を印加する構成とした液晶表示装置により、高コントラスト比、高輝度、高色純度表示等、高品質の液晶表示装置を実現できた。バックライトの光源としては、輝度の調整、スイッチングが容易な赤、緑、青の半導体発光ダイオードを用いた。なお、フィールドシーケンシャルカラー方式によらず、マイクロカラーフィルタを用いたカラー液晶表示装置への適用も可能であることは言うまでも無い。

【0060】

(付記1) 自発分極を有する液晶を挟持する2枚の基板と、該基板に形成され前記液晶に電圧を印加する電極とを備えており、前記液晶の液晶分子ダイレクタの平均分子軸は電圧無印加のときには同方向に揃って存在する単安定化状態を示す液晶表示装置の製造方法において、前記単安定化状態を得るための液晶昇温後の配向処理時に、カイラルスマクチックC相より高い温度の相からカイラルスマクチックC相への転移温度近傍で電界強度が2V/μm以上の電界を印加することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【0061】

(付記2) 前記電界は電界強度が3V/μm以上であることを特徴とする付記1記載の液晶表示装置の製造方法。

【0062】

(付記3) 前記転移温度近傍の温度範囲は、転位温度±2℃の温度範囲を含むことを特徴とする付記1又は2記載の液晶表示装置の製造方法。

【0063】

(付記4) 前記液晶の相転移系列は、高温側から低温側へ、等方液体相-コレステリック相-カイラルスマクチックC相、等方液体相-カイラルネマチック相-カイラルスマクチックC相、及び等方液体相-コレステリック相-スマクチックA相-カイラルスマクチックC相のいずれかであること特徴とする付記1ないし3のいずれかに記載の液晶表示装置の製造方法。

【0064】

(付記5) 付記1ないし4のいずれかに記載の液晶表示装置の製造方法により製造された液晶表示装置であって、前記2枚の基板上にそれぞれ形成された配向膜のラビング方向は相互に同方向としてあることを特徴とする液晶表示装置。

【0065】

(付記6) 前記配向膜のプレチルト角が2度以下であることを特徴とする付記5記載の液晶表示装置。

【0066】

(付記7) 付記1ないし6のいずれかに記載の液晶表示装置の製造方法により

製造された液晶表示装置において、フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動されるバックライトをさらに備え、前記電極間にはデータ書き込み走査電圧及びデータ消去走査電圧が印加される構成としてあることを特徴とする液晶表示装置。

【0067】

(付記8) 画素電極を有する画素基板と、該画素基板に対向して配置され共通電極を有する共通基板と、前記画素電極へ印加すべき画素電圧を供給するデータ線と、開閉により前記画素電極及びデータ線の間の導通、非導通を制御するスイッチング素子と、該スイッチング素子の開閉を制御する制御電圧を供給する走査線と、前記画素基板及び共通基板に挟持され自発分極を有する液晶とを備え、前記液晶の液晶分子ダイレクタの平均分子軸は、電圧無印加のときには同方向に揃って存在する単安定化状態を示す液晶表示装置の製造方法であって、前記単安定化状態を得るために液晶昇温後の配向処理時に、カイラスメクチックC相より高い温度の相からカイラスメクチックC相への転位温度近傍で、前記走査線にスイッチング素子をオンにするための制御電圧を印加し、前記データ線に直流電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【0068】

(付記9) 前記直流電圧により前記液晶に印加される電界強度は2V/ μ m以上であることを特徴とする付記8記載の液晶表示装置の製造方法。

【0069】

(付記10) 前記スイッチング素子をオンにするための前記制御電圧と前記直流電圧とは同電位であることを特徴とする付記8又は9記載の液晶表示装置の製造方法。

【0070】

(付記11) 前記制御電圧及び直流電圧による電位は前記共通電極の電位より低いことを特徴とする付記10記載の液晶表示装置の製造方法。

【0071】

(付記12) 前記制御電圧及び直流電圧による電位が零であることを特徴とする付記10又は11記載の液晶表示装置の製造方法。

【0072】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明にあっては、自発分極を有する液晶、特に強誘電体液晶を用いた液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置において、配向処理時の印加電圧、温度範囲、配向膜構造、液晶の相転移系列を特定することにより、配向処理時の配向欠陥が抑制され、一様な配向状態を実現できるので、高いコントラスト比を有する液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置を実現できる。

【0073】

本発明にあっては、画素毎にスイッチング素子を備えるアクティブマトリックス駆動方式の液晶表示装置に、自発分極を有する単安定型の液晶、特に強誘電性液晶を用いた液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置において、走査線に接続されたスイッチング素子を同時にオンさせて画素（好ましくは全画素）に共通の直流電圧を印加して配向処理することにより、配向処理時の配向欠陥が抑制され、一様な配向状態を実現できるので、高いコントラスト比を有する液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

配向処理時の電界と黒透過率／コントラスト比との相関を示すグラフである。

【図2】

配向処理時の電界が低い場合の配向状態の顕微鏡写真である。

【図3】

配向処理時の電界が高い場合の配向状態の顕微鏡写真である。

【図4】

第1実施の形態に対する比較例における配向処理時の印加電圧と黒透過率／コントラスト比との相関を示すグラフである。

【図5】

第2実施の形態に係る液晶表示装置の電圧－透過率特性を示すグラフである。

【図6】

マトリックス状に配置された画素を模式的に示したTFT-LCDの構成図で

ある。

【図7】

フィールドシーケンシャルカラー方式による液晶表示装置の駆動シーケンスを示す概念図である。

【図8】

単安定型の強誘電性液晶のチルト状態を示す概念図である。

【符号の説明】

B L バックライト

C 円錐

E 電界

L C M A 平均分子軸

L C P 液晶表示パネル

R u b ラビング方向

R 赤

G 緑

B 青

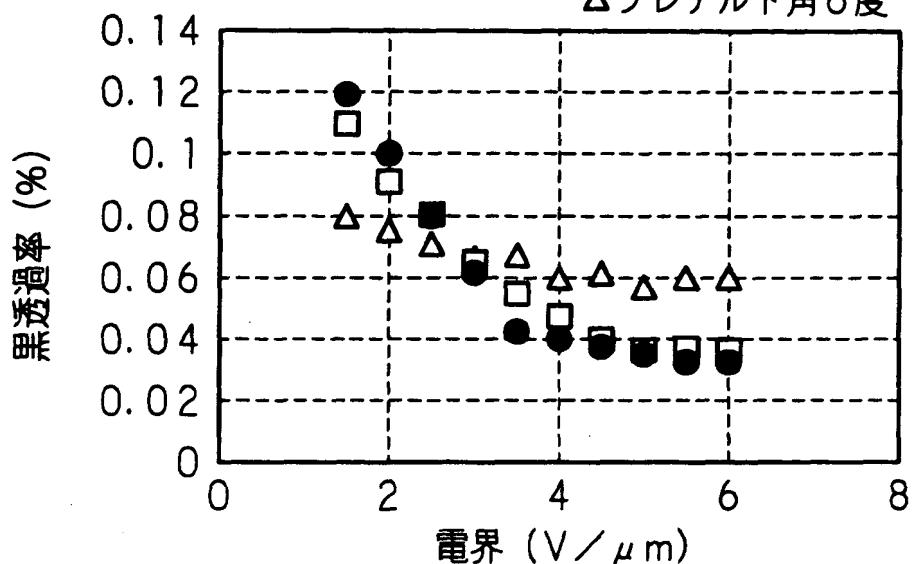
【書類名】 図面

【図1】

配向処理時の電界と黒透過率／コントラスト比との相関を示すグラフ

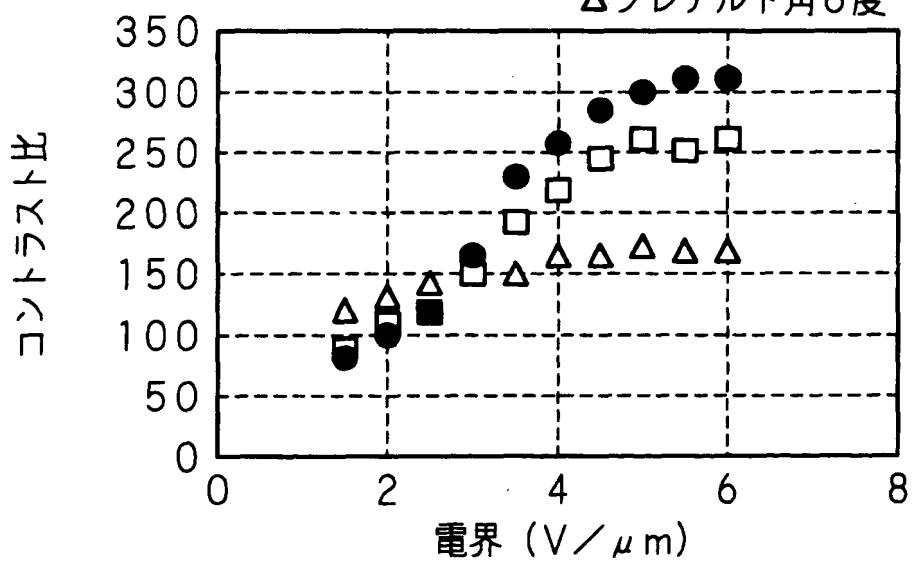
(a) 黒透過率

● プレチルト角1度
 □ プレチルト角2度
 △ プレチルト角6度



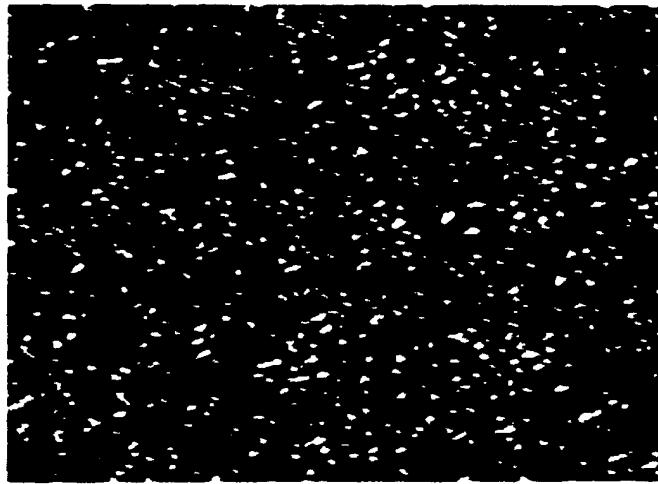
(b) コントラスト比

● プレチルト角1度
 □ プレチルト角2度
 △ プレチルト角6度



【図2】

配向処理時の電界が低い場合の配向状態の顕微鏡写真

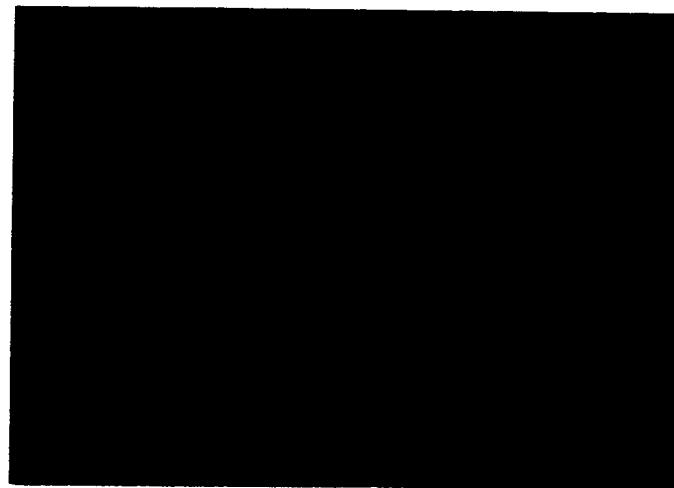


↔
150 μ m

【図3】

配向処理時の電界が高い場合の配向状態の顕微鏡写真

(a) 一方の偏光板の透過軸と液晶分子長軸方向を一致させた場合



↔
150 μ m

(b) 一方の偏光板の透過軸と液晶分子長軸方向をずらした場合

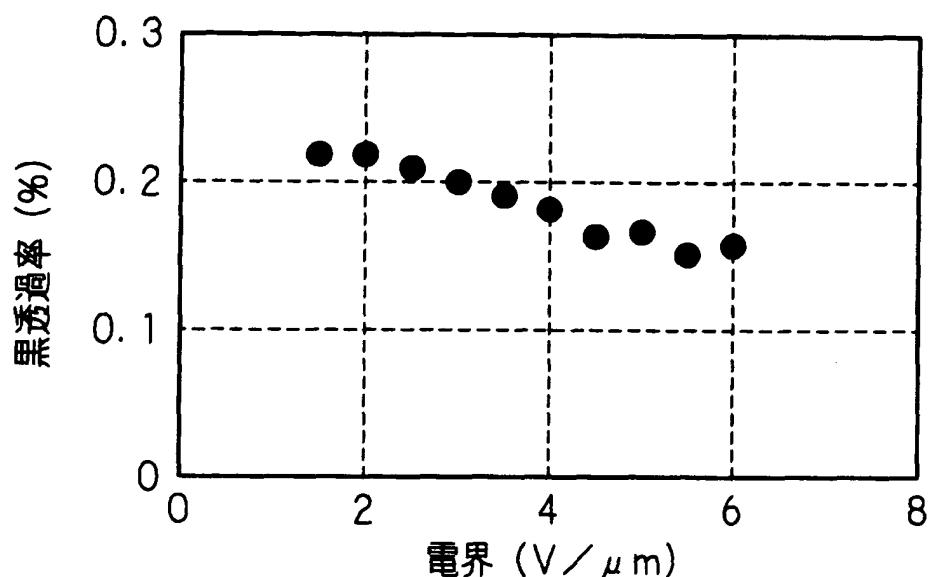


↔
150 μ m

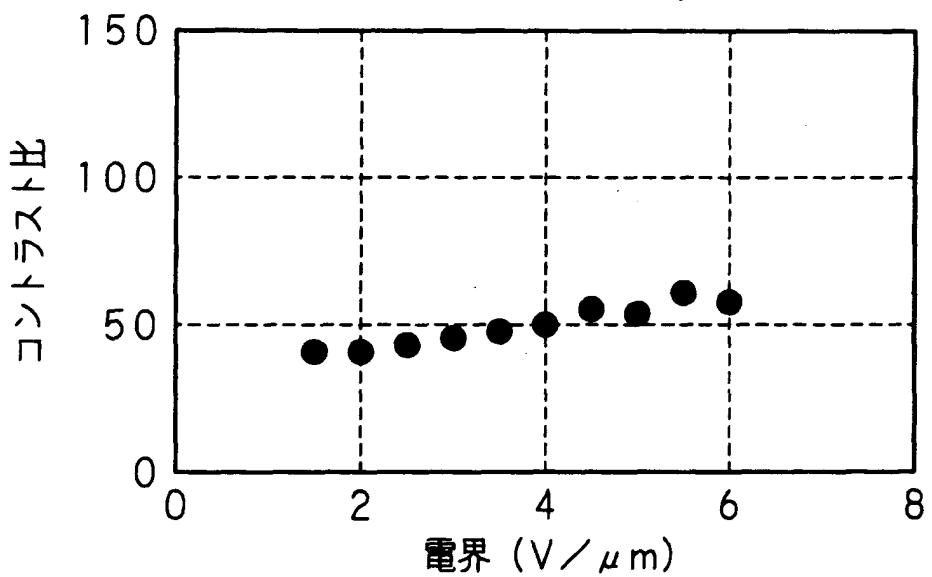
【図4】

第1実施の形態に対する比較例における配向処理時の
印加電圧と黒透過率／コントラスト比との相関を示すグラフ

(a) 黒透過率

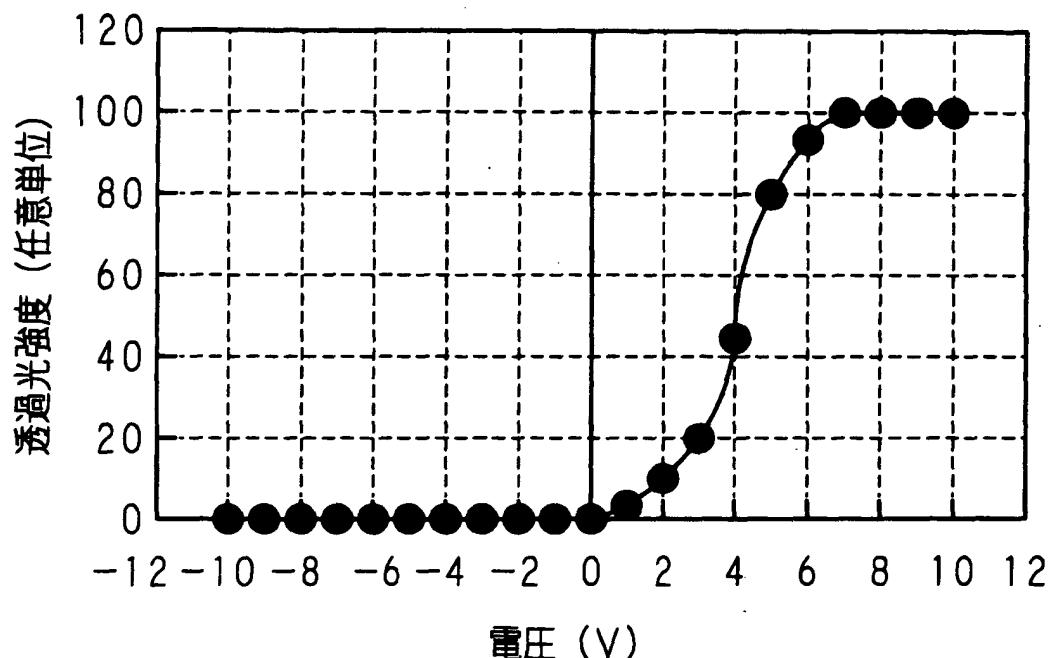


(b) コントラスト比



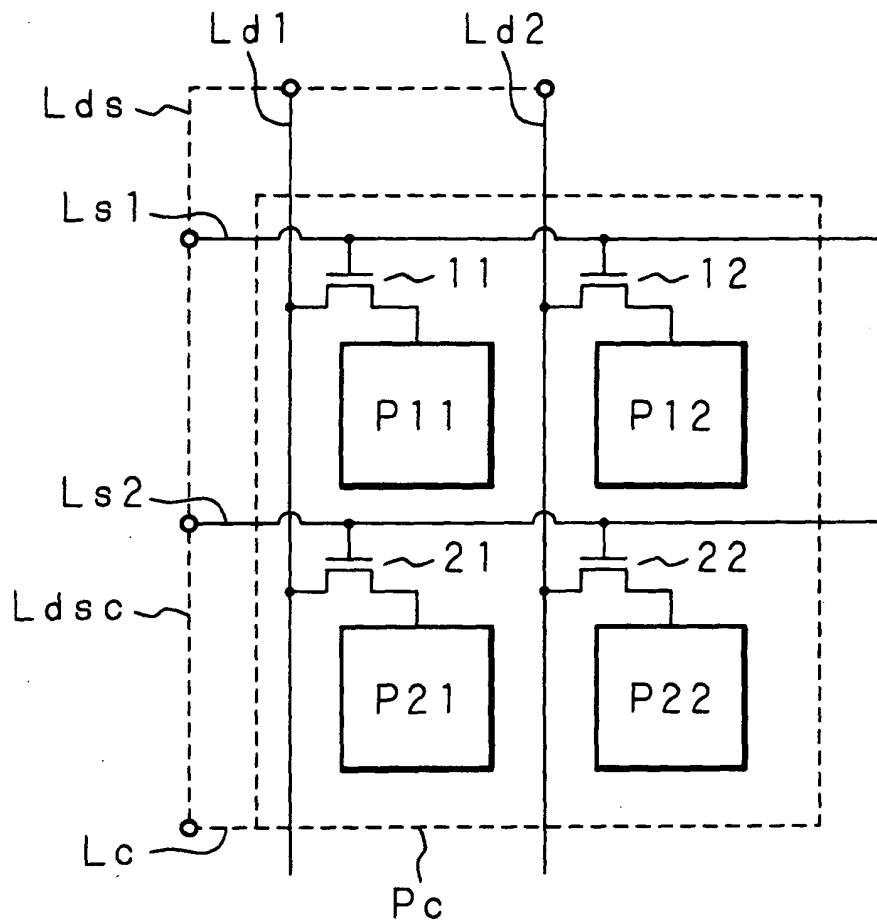
【図5】

第2実施の形態に係る液晶表示装置の電圧-透過率特性を示すグラフ



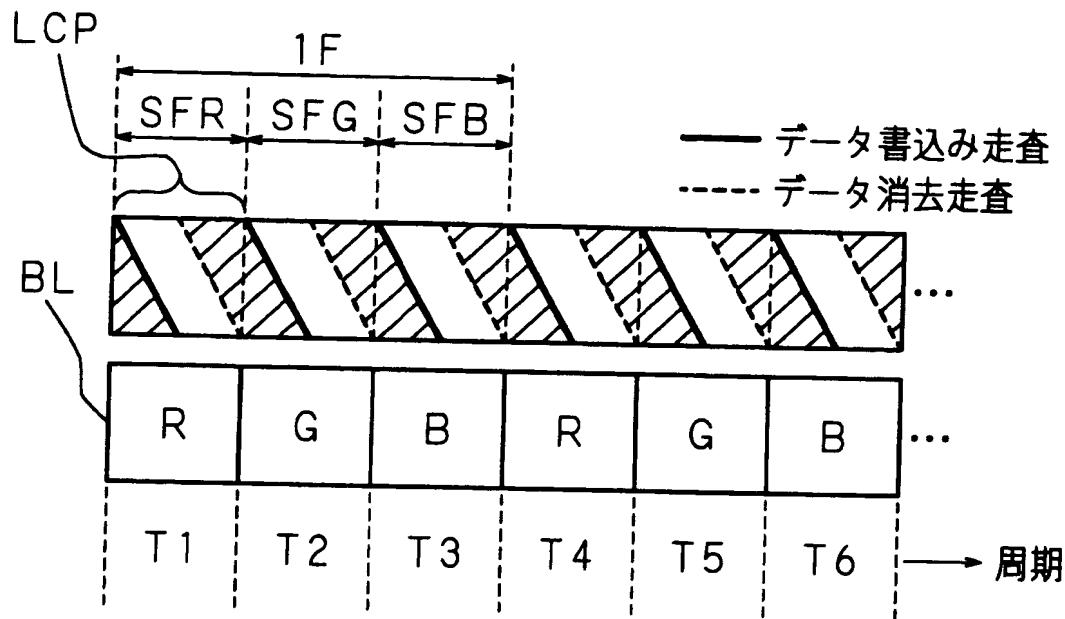
【図6】

マトリックス状に配置された画素を模式的に示した
TFT-LCDの構成図



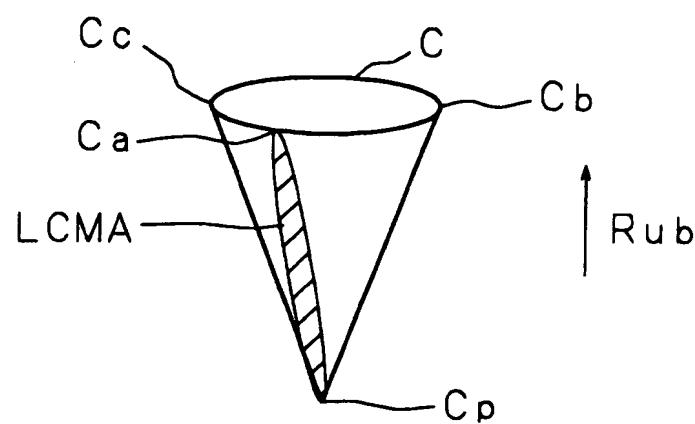
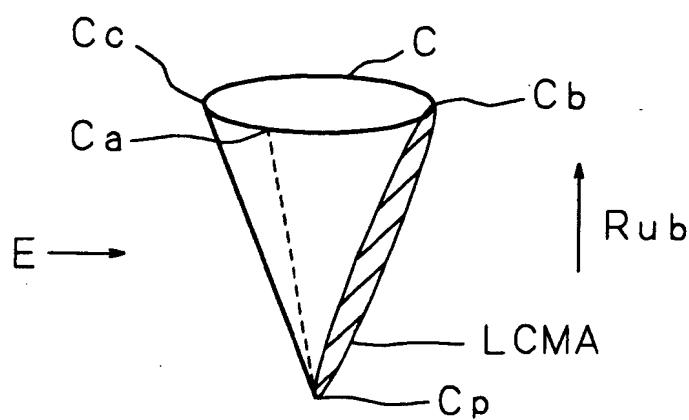
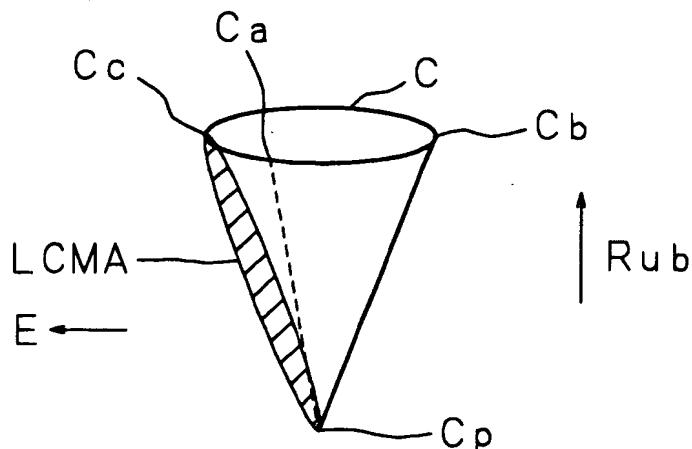
【図7】

フィールドシーケンシャルカラー方式による
液晶表示装置の駆動シーケンスを示す概念図



【図8】

単安定型の強誘電性液晶のチルト状態を示す概念図

(a) $E = 0$ (b) $E > 0$ (c) $E < 0$ 

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 自発分極を有する単安定型の強誘電性液晶の配向状態を一様にする液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 高温側から低温側へ、等方液体相—コレステリック相（カイラルネマチック相）—カイラルスマクチックC相、又は等方液体相—コレステリック相—スマクチックA相—カイラルスマクチックC相の相転移系列を示す液晶（自発分極を有する単安定型の強誘電性液晶）を、配向膜のプレチルト角は2度以下、ラビング方向は平行とした2枚の透明電極付ガラス基板により挟持し、N*相—Sc*相間の転移温度の68°Cを挟んだ68±2°Cの温度範囲において、電界強度2V/μm以上の直流電圧を印加して配向処理を施すものとする。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社